

УДК 535.67:772.93

Сухова Е. В., Мильдер О. Б.

УрФУ, г. Екатеринбург, Россия

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЦВЕТОВ PANTONE В ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИИ

Аннотация

Цифровая печать становится все более популярной в современной полиграфии. Возможность точного воспроизведения цветов Pantone отсутствует в цифровых машинах, поскольку все цвета печатают с помощью СМΥК-тонера и встроенной системы RIP. В работе оценивается качество воспроизведения смесевых цветов с внутренним и внешним профилем с различными настройками.

Ключевые слова: электрофотография, Pantone, icc-профиль, качество оттиска.

УДК 535.317

Sukhova E. V., Milder O. B.

UrFU, Ekaterinburg, Russia

FEATURES REPRODUCTION PANTONE COLORS ON ELECTROPHOTOGRAPHY

Abstract

Digital printing becomes more and more popular in the modern polygraphy. The ability to reproduce the Pantone colors is missing in digital presses because all colors are printed with CMYK toner and built-in RIP. In this article the quality of reproducing spot colors with inner and outer icc-profile and different setting is evaluated.

Keywords: electrophotography, Pantone, icc-profile, quality of print.

Введение

Будущее полиграфической индустрии немыслимо без цифровых технологий и возможностей цифровой печати, поэтому представите-

ли традиционной полиграфии постепенно теряют монополию на публикацию информации. Но именно технология офсетной печати может воспроизвести любую продукцию в 1–2–3 краски как стандартными СМΥК-красками или красками Pantone, так и полноцветными в 4 краски; более того, можно использовать дополнительные краски (золото, серебро) и различные лаки — УФ-, водно-дисперсионный и др. Данная возможность отсутствует в цифровой печати, поскольку все цвета можно печатать только с помощью СМΥК-тонера. Поскольку на каждом этапе вывода оттиска в цифровой печати системой управляет либо компьютер, либо встроенная или внешняя система печати (RIP), есть вероятность получить несоответствие документа на мониторе компьютера и печатном оттиске.

Цифровая печать становится все более популярной в современной полиграфии из-за возможности оперативно предоставить полиграфические услуги. По мнению специалистов, «одним из недостатков цифровой печати является то, что многие модели цифровых машин плохо печатают на бумаге с тиснением или дизайном. Кроме того, не все цифровые машины могут печатать смесевыми красками» [1]. Активное использование смесевых цветов связано со множеством причин, среди которых можно выделить наиболее значимые: достаточно ограниченный цветовой охват использования триадных красок, использование «фирменных» цветов, в целом более широкие дизайнерские возможности и другие. Цветовая модель Пантон (Pantone Matching System) стала ведущей системой подбора цвета в полиграфии для печати смесевыми красками.

Все цвета создаются смешиванием 15 основных цветов в определенных пропорциях: PANTONE Yellow; PANTONE Red 032; PANTONE Purple; PANTONE Process Blue; PANTONE Yellow 012; PANTONE Rubine Red; PANTONE Violet; PANTONE Green; PANTONE Orange 021; PANTONE Rhodamine Red; PANTONE Blue 072; PANTONE Black; PANTONE Warm Red; PANTONE Transparent White; PANTONE Reflex Blue.

И. А. Сысуев и П. А. Зуев в работе «Исследование цветопроизведения в системах цифровой печати» отмечают, что «существует ряд проблем в возможности цветовоспроизведения оттиска в цифровой печати, например:

— несоответствие одного и того же цвета при печати на различных прикладных программах или на различных цветных машинах. Это

обусловлено тем <...> используются различные по составу и оттенку тонеры, а также по причине того, что не все прикладные программы используют систему управления цветом;

– меньший цветовой охват по сравнению со струйной и сублимационной печатью» [2].

В данной работе оценивались разные типы цифровых машин с точки зрения визуальной (субъективной) и объективной оценки воспроизведения тест-объекта. В исследовании полученные оттиски оценивались с разных точек зрения: способность воспроизведения выбранных тестовых цифровых машин и способность различных графических редакторов точно передавать заданные цвета. Из полученных результатов можно сделать вывод, что модели цифровых машин, которые осуществляют контроль цветовоспроизведения, позволяют корректировать систему печати под конкретные задачи. У некоторых машин «телесные цвета — темные и имеют грязный оттенок, зеленый — темный и не соответствует реальному представлению. Чуть лучше выглядят оттиски, отпечатанные из программ Adobe Photoshop и Corel Draw (по сравнению с другими оттисками цвета воспроизведены более правильно, хотя сильно затемнены)» [2].

В свою очередь, Энн Говард из Калифорнийского политехнического государственного университета в работе «Accurately reproducing Pantone colors on digital presse» рассмотрела вопрос воспроизведения тест-объекта на цифровых машинах с настройками по умолчанию. В дополнение была произведена оценка построенного профиля устройства и изучена его возможность скорректировать печать цвета. Цифровые машины Konica Minolta ($\Delta E = 5,23$) и Ricoh ($\Delta E = 11,41$ с настройками по умолчанию и $\Delta E = 11,46$ с построенным профилем для данной машины) дали те же результаты, как и без профиля, поскольку они имеют более новые версии RIP по сравнению с цифровой машиной Docu Color, у которой $\Delta E = 10,35$ с настройками по умолчанию; $\Delta E = 6,79$ с построенным профилем [3].

Этим обусловлена актуальность предлагаемой работы, которая посвящена определению возможности точной передачи цветов Pantone на цифровых машинах.

Цель настоящего исследования — определить возможности воспроизведения цветов Pantone на цифровой машине Konica Minolta bizhub PRESS C6000 с внутренним и построенным профилем.

Проанализировав работы исследователей в данной области, мы сформулировали следующие задачи:

- оценить качество воспроизведения цветов Pantone со встроенным профилем;
- оценить качество воспроизведения цветов Pantone с внешним профилем;
- оценить качество воспроизведения цветов Pantone с внешним профилем, если СМУК-данные получены путем измерения и разложения Pantone по профилю с минимизацией ΔE_{1994} .

В качестве сильных сторон идеи и исследования необходимо отметить:

- свободную нишу исследований в рамках определения возможности цветопередачи в цифровой печати;
- востребованность информации о возможностях воспроизведения смесевых цветов в цифровой печати.

1. Методы

Тестовая страница, включающая в себя 45 цветов из библиотеки Pantone solid coated в программе Adobe Photoshop CS6, не содержит встроенных цветовых профилей, она создавалась в цветовом пространстве CIE $L^*a^*b^*$ (8 бит). Размер — 297×210 мм, 300 пикс./дюйм.



Рис. Тестовая страница

С помощью цифровой машины Konica Minolta bizhub PRESS C6000, обладающей высококачественной и надежной системой для полноцветной печати; с восьмилучевым лазером системы, обеспечивающим печать с физическим расширением до 1200×1200 dpi \times 8 бит, устанавливаемой опционально системой автоматической калибровки (линеаризации) оборудования, позволяющей стабилизировать цвет оттиска [4], был воспроизведен данный оттиск с цветами из библиотеки Adobe Photoshop.

С помощью отпечатанной на цифровой машине шкалы ECI2002 CMYK (A4) и программы Profile Maker, был построен профиль для данного устройства: max K — 95, TIL = 390 (после проведенного теста на ограничение суммарного количества краски). После создания профиль был внедрен в Adobe Photoshop и присвоен тест-объекту.

Для точной оценки возможностей воспроизведения в процессе работы были проведены измерения веера Pantone solid coated с помощью спектрофотометра Il Pro. Затем Lab-координаты были разложены в программе ColorPicker с min ΔE . Скорректированные CMYK-значения тестовой страницы были также напечатаны на Konica Minolta bizhub PRESS C6000 с разными настройками.

Всего получилось пять тест-объектов:

- тестовая страница со стандартным профилем цифровой машины.

Настройки: координаты Lab взяты из библиотеки Photoshop. Color Input: CMYK — ColorWise OFF; Adobe RGB 1998; Absolut colorimetric; separate RGB/Lab to CMYK source; spot color matching. Output: use media defined profile.

- тестовая страница с построенным профилем.

Настройки: файл выполнен в Lab-цвете из библиотеки Adobe Photoshop, а затем преобразован в CMYK-профиль устройства (профиль GL_135_2'15.icc). Color Input: CMYK — ColorWise — OFF. Output: use media defined profile.

- тестовая страница с скорректированными значениями без профиля.

Настройки: CMYK-данные получены измерением и разложением Pantone по профилю GL_135_2'15.icc с минимизацией ΔE_{1994} и исключением некоторых каналов. Профиль не прикреплен к файлу. Color Input: CMYK — ColorWise OFF. Output: use media defined profile.

- тестовая страница с корректированными значениями, с профилем, но ColorWise — OFF.

Настройки: CMYK-данные получены измерением и разложением Pantone по профилю GL_135_2'15.icc с минимизацией ΔE_{1994} и исключением некоторых каналов. Профиль прикреплен к файлу. Color Input: CMYK — ColorWise OFF. Output: use media defined profile.

- тестовая страница с корректированными значениями с профилем без изменений в настройках цифровой машины.

Настройки: CMYK-данные получены измерением и разложением Pantone по профилю GL_135_2'15.icc с минимизацией ΔE_{1994} и исключением некоторых каналов. Профиль прикреплен к файлу. Source CMYK: none. В данном случае сначала идет калибровка по профилю.

Для определения спектральных данных $L^*a^*b^*$ -значений мы воспользовались спектрофотометром Il Pro и программой KeyWizard. Для большей достоверности результатов исследования всего было выполнено по пять измерений каждого образца цвета в тест-объекте.

Полученные данные были необходимы для вычисления формулы цветового отличия (ΔE). Поскольку ΔE_{2000} редко используется из-за сложности расчетов, нами была выбрана формула ΔE_{1994} . Она обладает наиболее точным методом определения, чем ΔE_{1976} , и является родной версией ΔE для ряда программ (например, Adobe Photoshop) [5].

Расчет формулы был взят из работы Домасева М. В., Гнатюка С. П. «Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения» [6]:

$$\Delta E_{94} = \left[\left(\frac{\Delta L}{K_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H S_H} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad (1)$$

где $\Delta L = L^*_1 - L^*_{1'}$, $\Delta C = C^*_1 - C^*_{1'}$, $\Delta H = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta c^2}$,

$K_L = 1$, $K_C = 1$, $K_H = 1$ (взвешивающие коэффициенты обычно равны единице),

$$S_L = 1, S_C = 1 + K_1 C^*_{12}, S_H = 1 + K_2 C^*_{12},$$

$$L^*_{12} = (L^*_1 + L^*_{2'}) / 2, C^*_{12} = (C^*_1 + C^*_{2'}) / 2;$$

$$K_1 = 0,045, K_2 = 0,015, K_L = 1 \text{ — для графики и полиграфии.}$$

2. Результаты

Результаты измерений и расчетов показателя ΔE_{1994} по формуле (1) у различных вариантов настроек приведены в табл.

Средние значения ΔE_{1994}

Название цвета	Тест-объект со стандартным профилем	Тест-объект с полученным профилем	Тест-объект с коррективными значениями без профиля	Тест-объект с ректированными значениями с профилем (colorWise = off)	Тест-объект с коррективными значениями с профилем (none)
107C	1,242782	3,278456	1,970984	1,86398	1,87403
1225C	0,690774	3,913207	1,325591	2,699921	2,44168
1375C	4,254762	7,699205	5,813341	7,881099	7,645292
166C	1,550638	2,73689	0,623095	1,290397	1,458765
185C	1,833715	2,829333	1,569659	2,913665	3,136951
209C	1,280928	2,380873	8,651016	0,71141	1,318148
239C	3,242292	5,135772	3,593983	4,080738	4,128054
250C	2,650199	3,123382	0,812409	0,923154	0,591099
269C	2,82428	3,204277	3,207016	3,077263	3,310537
2707C	2,361154	2,005324	1,671609	1,67988	1,850981
2715C	2,6581	2,565155	3,386438	2,570321	2,978773
2735C	7,50287	16,80144	6,001935	8,563234	9,1655
2767C	2,15077	3,950122	6,96167	2,431783	2,361203
297C	2,003001	2,795214	3,457231	0,465342	0,272486
302C	2,514486	6,604542	7,847949	2,019271	2,136844
3135C	2,178126	3,519031	2,199992	2,467515	2,864238

Продолжение табл.

Название цвета	Тест-объект со стандартным профилем	Тест-объект с полученным профилем	Тест-объект с коррекционными значениями без профиля	Тест-объект с ректированными значениями с профилем (colorWise = off)	Тест-объект с коррекционными значениями с профилем (none)
3165C	2,334367	6,133668	3,359857	6,19639	6,5708
324C	0,974364	3,198269	0,908999	1,974006	2,064846
3272C	2,801661	3,478458	2,575076	3,254713	3,360272
328C	2,036163	6,475839	3,743542	5,001189	5,427469
3308C	3,026794	6,165456	5,946747	1,172783	1,696613
358C	1,722017	5,497529	1,775655	5,129316	5,039231
361C	1,526887	2,456411	2,779501	2,171506	2,212563
363C	2,115189	2,300024	4,494469	2,614008	3,012618
382C	0,56124	2,649171	0,221836	2,333416	2,595824
3935C	2,433331	2,079533	1,995882	1,689428	2,153328
3965C	3,255374	7,927007	3,622979	5,379511	5,701416
399C	2,180941	6,979602	5,126973	7,389041	7,227129
402C	3,230612	3,12945	2,206241	3,817951	3,309303
406C	3,920514	3,248593	3,970761	3,507433	3,234419
410C	0,458358	2,707783	2,588289	3,584679	2,991071
421C	5,950319	4,799504	4,147033	4,422668	4,143582
424C	3,20661	3,369148	7,88765	2,599963	2,83796

Окончание табл.

Название цвета	Тест-объект со стандартным профилем	Тест-объект с полученным профилем	Тест-объект с коррекционными значениями без профиля	Тест-объект с коррекционными значениями с профилем (colorWise = off)	Тест-объект с коррекционными значениями с профилем (none)
430C	3,607006	3,211984	3,76716	2,31252	2,735441
456C	2,973691	6,391958	2,473951	6,037473	6,011397
4715C	0,808897	0,749611	1,853647	1,338437	1,263832
492C	2,58197	3,723812	2,122351	3,10869	3,661258
494C	2,508219	2,234246	2,983285	1,746322	1,653505
676C	2,763281	5,650293	13,87095	4,138198	4,130209
7511C	1,303195	3,001986	3,627393	3,80686	3,632471
7517C	1,175722	2,398265	1,408956	1,853243	2,00678
7533C	2,959491	6,941669	7,666608	5,32301	5,815995
7547C	2,455023	4,55317	5,188581	4,014279	3,95835
greenC	0,81759	6,15859	3,647402	1,253314	1,979929

Среднее значение ΔE_{1994} по каждому тест-объекту:

- тестовая страница со стандартным профилем цифровой машины — 3,42;
- тестовая страница с построенным профилем — 4,33;
- тестовая страница с коррекционными значениями без профиля — 3,75;
- тестовая страница с коррекционными значениями с профилем, но colorWise выключен — 3,27;
- тестовая страница с коррекционными значениями с профилем без изменений в настройках цифровой машины — 3,38.

3. Заключение

По мнению Пеновой И. В., главного научного сотрудника Всероссийского научно-исследовательского института, «в настоящее время выросли требования к разнообразным цветам. Девиз сегодняшнего дня: не ограничивай себя в цвете» [6]. Поэтому на сегодняшний день к воспроизведению различных цветов в цифровой печати будет обращаться все больше специалистов полиграфической отрасли.

В США данной проблеме уделяется больше внимания, чем России. В Калифорнии, начиная с 2008 года, проходит Международный форум по цифровой печати. На данном мероприятии проводится анализ возможностей цифровых машин от различных поставщиков со всего мира. Результаты ежегодно публикуются на сайте Форума, включая образцы от каждого устройства. Воспроизведению цветов Pantone уделено особое место в тестировании цифровых машин, что показывает перспективу в исследовании данного направления.

В анализируемых источниках уточнялось, что если значение Delta E ниже, чем 5,0, разница в цвете не заметна «на глаз». Чем значение выше 5,0, тем сильнее цвета визуально отличаются. Полученное в нашем исследовании среднее значение ΔE_{1994} по всем тест-объектам: 3,63.

Литература

1. Цифровая или офсетная печать: какой из них отдать предпочтение? [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://postlite.ru/cyfrovaya_pechat.html (дата обращения: 13.03.2015).
2. Сысуев И. А., Зуев П. А. Исследование цветовоспроизведения в системах цифровой печати // Омский научный вестник. № 3. 2013. С. 324–330.
3. Howard A. Accurately Reproducing Pantone Colors on Digital Presses [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1084&context=grcsp>. 28 (дата обращения: 13.03.2015).
4. Презентация цифровой машины KONICA Minolta bizhub C6000 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.greenv.ru/konica-minolta_bizhub_c6000 (дата обращения: 13.03.2015).

5. Петров М. Н. Компьютерная графика: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2003. С. 172–173.

6. Домасев М. В., Гнатюк С. П. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. СПб.: Питер, 2009. 224 с.